

Jc862 U.S. PTO

09/748901



12/27/00

#4
A. Kuroki
6-4-21

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this office.

Date of Application: June 29, 2000

Application Number : P2000 - 196811

Applicant(s) : KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA

September 22, 2000

Commissioner,
Patent Office

Kouzou OIKAWA

Number of Certification : 2000 - 3078309

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

JC862 U.S. PTO
09/748901
12/27/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2000年 6月29日

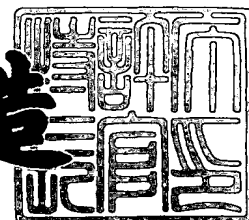
出 願 番 号
Application Number: 特願2000-196811

出 願 人
Applicant (s): 株式会社東芝

2000年 9月22日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3078309

【書類名】 特許願

【整理番号】 4HA999030

【提出日】 平成12年 6月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06F 17/50

【発明の名称】 リピータ挿入方法、およびリピータ挿入プログラムを記録した記録媒体

【請求項の数】 6

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝
 マイクロエレクトロニクスセンター内

 【氏名】 大田黒 幸雄

【特許出願人】

 【識別番号】 000003078

 【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

 【識別番号】 100083806

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 三好 秀和

 【電話番号】 03-3504-3075

【選任した代理人】

 【識別番号】 100068342

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 三好 保男

【選任した代理人】

 【識別番号】 100100712

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦

【選任した代理人】

【識別番号】 100100929

【弁理士】

【氏名又は名称】 川又 澄雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100108707

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 友之

【選任した代理人】

【識別番号】 100095500

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100101247

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 俊一

【選任した代理人】

【識別番号】 100098327

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 俊雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001982

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 リピータ挿入方法、およびリピータ挿入プログラムを記録した記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 リージョンやマクロブロックの座標値を規定した概略フロアプランとネットリストを使用してブロック間信号の概略配線を行う工程と、

前記概略配線の結果得られる配線容量や配線抵抗に基づいて前記ネットリストに仮リピータを挿入する工程と、

前記仮リピータ挿入の結果に基づいてセルの配置を行う工程とを少なくとも含むことを特徴とするリピータ挿入方法。

【請求項 2】 セルの配置を行った結果決定されるセルの座標値に基づいて配線の迂回を考えない理想配線を行う工程と、

前記理想配線の結果得られる配線容量や配線抵抗に基づいてネットリストに最終リピータを挿入しこの最終リピータの挿入位置を求める工程と、

前記最終リピータの挿入位置に基づいてセルの再配置を行う工程とを少なくとも含むことを特徴とするリピータ挿入方法。

【請求項 3】 請求項 1 記載のリピータ挿入方法であって、さらに、

前記セル配置工程の結果決定されるセルの座標値に基づいて配線の迂回を考えない理想配線を行う工程と、

前記理想配線の結果得られる配線容量や配線抵抗に基づいてネットリストに最終リピータを挿入しこの最終リピータの挿入位置を求める工程と、

前記最終リピータの挿入位置に基づいてセルの再配置を行う工程とを少なくとも含むことを特徴とするリピータ挿入方法。

【請求項 4】 リージョンやマクロブロックの座標値を規定した概略フロアプランとネットリストを使用してブロック間信号の概略配線を行う手順と、

前記概略配線の結果得られる配線容量や配線抵抗に基づいて前記ネットリストに仮リピータを挿入する手順と、

前記仮リピータ挿入の結果に基づいてセルの配置を行う手順とを少なくとも含むことを特徴とするリピータ挿入プログラムを記録した記録媒体

【請求項 5】 セルの配置を行った結果決定されるセルの座標値に基づいて配線の迂回を考えない理想配線を行う手順と、

前記理想配線の結果得られる配線容量や配線抵抗に基づいてネットリストに最終リピータを挿入しこの最終リピータの挿入位置を求める手順と、

前記最終リピータの挿入位置に基づいてセルの再配置を行う手順とを少なくとも含むことを特徴とするリピータ挿入プログラムを記録した記録媒体

【請求項 6】 請求項 4 記載の記録媒体であって、さらに、前記セル配置工程の結果決定されるセルの座標値に基づいて配線の迂回を考えない理想配線を行う手順と、

前記理想配線の結果得られる配線容量や配線抵抗に基づいてネットリストに最終リピータを挿入しこの最終リピータの挿入位置を求める手順と、

前記最終リピータの挿入位置に基づいてセルの再配置を行う手順とを少なくとも含むことを特徴とするリピータ挿入プログラムを記録した記録媒体

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、LSI 設計において長距離配線の途中に挿入するリピータの座標位置を決定するリピータ挿入方法、およびリピータ挿入プログラムを記録した記録媒体に関し、特に最終レイアウト時におけるネットリストの増加を少なくし、またクリティカルパスになる可能性の高い長距離配線について迂回配線を少なくすることが可能な技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

図 9 に従来のリピータ挿入方法の処理の流れを示す。図 9 に示すように、従来は、ネットリスト 10 を読み込み、セルの配置を行うステップ (S12) と、詳細配線を行い、配線容量・抵抗 16 を出力するステップ (S14) と、ネットリ

スト 1 0 と配線容量・抵抗 1 6 とに基づいてリピータを挿入し、リピータ付きネットリスト 2 0 を出力するステップ (S 1 8) と、もとのネットリスト 1 0 とリピータ付きネットリスト 2 0 とを比較して差分を求めるステップ (S 2 2) と、変更部分のセルの再配置および周辺部分のセルの小移動を行うステップ (S 2 4) と、再配線を行うステップ (S 2 6) と、再配線後の配線負荷に応じてゲートのサイズを変更するステップ (S 2 8) と、ゲートサイズ変更後のネットリストに従ってセルの再配置と再配線 (ECO:Engineering Change Order) を行いレイアウト 3 2 を出力するステップ (S 3 0) とを含む。

【 0 0 0 3 】

従来技術の作用は以下のとおりである。まず、自動配置配線ツールで、セルの配置と詳細配線を行い、配線容量と抵抗を出力する。その配線容量に基づいて、容量が大きい信号にリピータを入れる。次に、リピータを入れた後のネットリストとリピータ挿入前のネットリストを比較して、変化した部分のみセルの再配置と再配線を行う。この再配置と配線はなるべく、リピータ挿入前の位置が保持されるように行う。その後、通常の設計で用いられるゲートサイズの変更、再配置、および再配線を行い、レイアウトを出力する。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

従来技術では、リピータ無しのネットリストを用いて、はじめにセル配置および詳細配線を行う (S 1 2, 1 4)。このため、リピータを挿入する前のネットリスト 1 0 に比べてリピータを挿入した後のネットリスト 2 0 のサイズが非常に大きくなり、セルの再配置 (S 2 4) が困難となり、当初のフロアプランを維持することが困難になることがある。場合によっては、フロアプランをやり直す必要が生じてしまう。

【 0 0 0 5 】

また、リピータ無しで詳細配線を行い (S 1 4)、その後にリピータを挿入している (S 1 8) ので、詳細配線時に迂回があると、迂回した位置にリピータが入ってしまい、無駄なリピータが挿入され、信号の遅延も増大する。

【 0 0 0 6 】

本発明は、このような課題を解決し、最終レイアウト時におけるネットリストの増加を少なくし、またクリティカルパスになる可能性の高い長距離配線について迂回配線を少なくすることが可能なリピータ挿入方法、およびリピータ挿入プログラムを記録した記録媒体を提供することを目的とする。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

本発明の特徴は、リージョンやマクロブロックの座標値を規定した概略フロアプランとネットリストを使用してブロック間信号の概略配線を行う工程と、前記概略配線の結果得られる配線容量や配線抵抗に基づいて前記ネットリストに仮リピータを挿入する工程と、前記仮リピータ挿入の結果に基づいてセルの配置を行う工程とを少なくとも含むことである。

【 0 0 0 8 】

セルは、LSIを設計するときの単位で、比較的簡単な回路素子である。マクロブロックは、比較的複雑なセルであり、メモリ、ALU、マルチプレクサ等である。また、リージョンは複数のセル又はマクロブロックのまとまりである。

【 0 0 0 9 】

本発明の特徴では、セル配置に用いるネットリストに、概略フロアプランと概略配線で見積もった配線容量、抵抗をもとに仮に挿入したリピータが含まれているため、最終レイアウト時にネットリストの増加が少ない。従って、フロアプランを大きく変更することなく最終レイアウトをすることが可能となる。

【 0 0 1 0 】

本発明の他の特徴は、セルの配置を行った結果決定されるセルの座標値に基づいて配線の迂回を考えない理想配線を行う工程と、前記理想配線の結果得られる配線容量や配線抵抗に基づいてネットリストに最終リピータを挿入しこの最終リピータの挿入位置を求める工程と、前記最終リピータの挿入位置に基づいてセルの再配置を行う工程とを少なくとも含むことである。

【 0 0 1 1 】

本発明の特徴では、理想配線に基づいてリピータ挿入位置を決めているため、リピータの位置によって配線経路が規定され、長距離の配線を理想的に近い形で

行うことができる。このため、クリティカルパスになる可能性の高い長距離配線を優先的に迂回配線の少ない理想的に近い形で配線することが可能となる。

【 0 0 1 2 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。以下の図面の記載において、同一または類似の部分には同一または類似の符号が付してある。

【 0 0 1 3 】

図 1 は本発明の実施の形態に係るリピータ挿入方法の処理の流れを示す図、図 2 は概略配線（リージョン間配線）をした状態を示す図、図 3 は概略配線に仮リピータを挿入した状態を示す図、図 4 は仮リピータ付きネットリストに基づいてセルを配置した状態を示す図、図 5 は理想配線をした状態を示す図、図 6 は最終リピータを挿入した状態を示す図、図 7 は詳細配線をした状態を示す図である。

【 0 0 1 4 】

図 1 に示すように、本発明の実施の形態に係るリピータ挿入方法は、ネットリスト 1 0 および概略フロアプランデータ 5 0 に基づいてリージョン間信号（グローバル信号）の概略配線を行う概略配線ステップ（S 5 2）と、概略配線結果に基づいて、配線容量・抵抗 5 6 を算出する概略配線容量／抵抗算出ステップ（S 5 4）と、ネットリスト 1 0 並びに配線容量・抵抗 5 6 を読み込み、仮想的にリピータを挿入して仮リピータ付きネットリスト 6 0 を出力する仮リピータ挿入ステップ（S 5 8）と、仮リピータ付きネットリスト 6 0 を使用してセル座標値 6 4 を出力するセル配置ステップ（S 6 2）と、を含む。

【 0 0 1 5 】

さらに、本発明の実施の形態に係るリピータ挿入方法は、図 1 に示すように、セルの配置の結果出力されるセル座標値 6 4 およびネットリスト 1 0 を使用して、理想配線を行い、かかる理想配線後の配線容量および抵抗 6 8 を出力する理想配線ステップ（S 6 6）と、理想配線後の配線容量および抵抗 6 8 に基づいてリピータを挿入する最終リピータ挿入ステップ（S 7 0）と、仮リピータ付きネットリスト 6 0 と最終リピータ付きネットリスト 7 2 の差分をとるステップ（S 7 6）と、リピータの座標値 7 4 に従ってセルの再配置を行うステップ（S 7 8）

と、を含む。

【0016】

さらに、本発明の実施の形態に係るリピータ挿入方法は、図1に示すように、再配置の結果に従って詳細配線を行うステップ（S80）と、詳細配線の結果から配線容量に基づいて、負荷が適切になるようにゲートのサイズを変更するゲートリサイズステップ（S82）と、ゲートリサイズの結果から再配置と再配線を行うステップ（S84）と、を含む。

【0017】

概略配線ステップ（S52）からセル配置ステップ（S62）までの処理内容を以下に説明する。

【0018】

まず、概略フロアプランデータ50に基づいて、概略配線を行う（S52）。概略フロアプランデータ50には、リージョンやマクロブロックの座標値が含まれている。図2に示すように、チップ上の全てのセルがリージョンr1～r7に分割されており、それぞれのリージョンの中心座標値が定義されている。この中心座標とネットリストをもとに図2に示したようにリージョンr1～r3およびリージョンr6の中心を接続する概略配線を行う。

【0019】

次に、概略配線について、その配線容量と配線抵抗を算出し（S54）、結果を出力する。

【0020】

次に、配線容量と配線抵抗56をもとに仮のリピータ挿入を行う（S58）。図3が図2の概略配線結果に基づいて仮リピータを挿入した結果である。図3に示すように、配線負荷やRCディレーが規定値より大きい場合に、リピータRep1, Rep2を挿入して信号を分割する。

【0021】

次に、仮リピータ挿入後の仮リピータ付きネットリスト60をもとにセルの配置を行う（S62）。ここですべてのセルの詳細な配置が決まり、セル座標値64が得られる。

【 0 0 2 2 】

図 4 はセル配置後の状態を示す図である。図 4 に示すように、詳細配置後のドライバー D 1 やセル C 1 ～ C 3 の位置は、各リージョンの中心とは限らない。ドライバー D 1 は、リージョン r 1 の中心と比べて、リピータ R e p 1 から遠ざかっている。セル C 1 も同様にリピータ R e p 1 から遠ざかっている。一方、セル C 2 は、リージョン r 3 の中心と比べて、リピータ R e p 2 に近づいている。セル C 3 も同様にリピータ R e p 2 に近づいている。

【 0 0 2 3 】

次に、理想配線ステップ (S 6 6) からセル再配置ステップ (S 7 8) までの処理内容を説明する。

【 0 0 2 4 】

まず、概略配線ステップ (S 5 2) で使用した概略フロアプランデータ 5 0 の代わりに、セル座標値 6 4 を用いて、理想配線 (S 6 6) を行う。

【 0 0 2 5 】

図 5 に理想配線後の状態を示す。理想配線処理は、他の配線の存在を無視して行う。つまり、他の配線を迂回したりせず、リージョン間の配線長が最短になるように行う。

【 0 0 2 6 】

理想配線ステップ (S 6 6) の結果、得られる配線抵抗および容量 6 8、セル座標値 6 4、並びにリピータ挿入前のネットリスト 1 0 を使用して最終リピータ挿入を行う (S 7 0)。最終リピータ挿入ステップ (S 7 0) では、最終リピータ付きネットリスト 7 2 の他にリピータの挿入位置を示したりピータ座標値 7 4 が出力される。

【 0 0 2 7 】

リピータ座標値 7 4 と、最終リピータ付きネットリスト 7 2、および仮リピータ付きネットリスト 6 0 を用いて行ったセルの座標値との差分を用いて、指定した位置にリピータのセルの再配置を行う (S 7 8)。

【 0 0 2 8 】

図 6 に最終リピータ挿入及びセル再配置後の状態を示す。前記の如く、概略配

線はセル等が各リージョンの中心に配置されるとの仮定に基づいている。しかし、実際にはセル等は各リージョンの中心に配置されとは限らない。このため、図 3 に示す仮リピータ挿入後のリピータの位置と、図 6 に示す最終リピータ挿入後のリピータの位置が変化する。

【 0 0 2 9 】

次に、詳細配線を行う（S 8 0）。図 7 に詳細配線後の状態を示す。

【 0 0 3 0 】

最後に、詳細配線の結果から配線容量に基づいて、負荷が適切になるようにゲートのリサイズを行い（S 8 2）、さらに再配置・再配線を行って（S 8 4）、最終的なレイアウト 8 6 を出力する。

【 0 0 3 1 】

また、上述のリピータ挿入方法において必要とされる各ステップをコンピュータに実行させるプログラムを記録媒体に記録し、これをコンピュータ読み取らせ、実行させることにより、上述したリピータ挿入方法を実現することができる。ここで、記録媒体としては、例えばメモリ装置、磁気ディスク装置、光ディスク装置、磁気テープ装置などのプログラムを記録できるような装置が含まれる。

【 0 0 3 2 】

図 8 は、これら記録媒体に格納されたプログラムを読み取り、そこに記述されたステップに従ってリピータ挿入を実現するコンピュータシステムの一例を示す概観図である。このコンピュータシステム 8 0 の本体前面には、フロッピーディスクドライブ 8 1 及び C D - R O M ドライブ 8 2 が設けられており、磁気ディスク装置としてのフロッピーディスク 8 3 又は光ディスク装置としての C D - R O M 8 4 を各ドライブ入口から挿入し、所定の読み出し操作を行うことにより、これらの記録媒体に格納されたプログラムをシステム内にインストールすることができる。また、所定のドライブ装置を接続することにより、例えばゲームパックなどに使用されているメモリ装置としての R O M 8 5 や磁気テープ装置としてのカセットテープ 8 6 を用いることもできる。

【 0 0 3 3 】

以上説明したように、本発明の実施の形態によれば、最初のセル配置（S 6 2

）に用いるネットリスト 6 0 に概略フロアプランデータ 5 0 と概略配線で見積もった配線容量と抵抗 5 6 をもとに仮に挿入したリピータが含まれているため、最終レイアウト時にネットリストの増加が少ない。従ってフロアプランを大きく変更することなく最終レイアウトをすることが可能である。

【 0 0 3 4 】

また、理想配線（S 6 6）後の配線抵抗、容量 6 8 に基づいて最終的なリピータ挿入をし（S 7 0）、その位置を決めているため、リピータの位置によって配線経路が規定され、長距離の配線を理想的に近い形で行うことができる。このためクリティカルパスになる可能性の高い長距離配線を優先的に、迂回配線の少ない理想的に近い形で配線することが可能となる。

【 0 0 3 5 】

【発明の効果】

本発明によれば、最終レイアウト時にネットリストの増加が少ない、すなわちフロアプランを大きく変更することなく最終レイアウトをすることが可能なリピータ挿入方法、およびリピータ挿入プログラムを記録した記録媒体を実現できる。

【 0 0 3 6 】

また、本発明によれば、クリティカルパスになる可能性の高い長距離配線を優先的に、迂回配線の少ない理想的に近い形で配線することが可能なリピータ挿入方法、およびリピータ挿入プログラムを記録した記録媒体を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態に係るリピータ挿入方法の処理の流れを示す図である。

【図 2】

概略配線（リージョン間配線）後の状態を示す図である。

【図 3】

仮リピータ挿入後の状態を示す図である。

【図 4】

仮リピータ付きネットリストに基づくセル配置後の状態を示す図である。

【図 5】

理想配線後の状態を示す図である。

【図 6】

最終リピータ挿入後の状態を示す図である。

【図 7】

詳細配線後の状態を示す図である。

【図 8】

本発明のリピータ挿入方法を実現するコンピュータシステムの一例を示す概観図である。

【図 9】

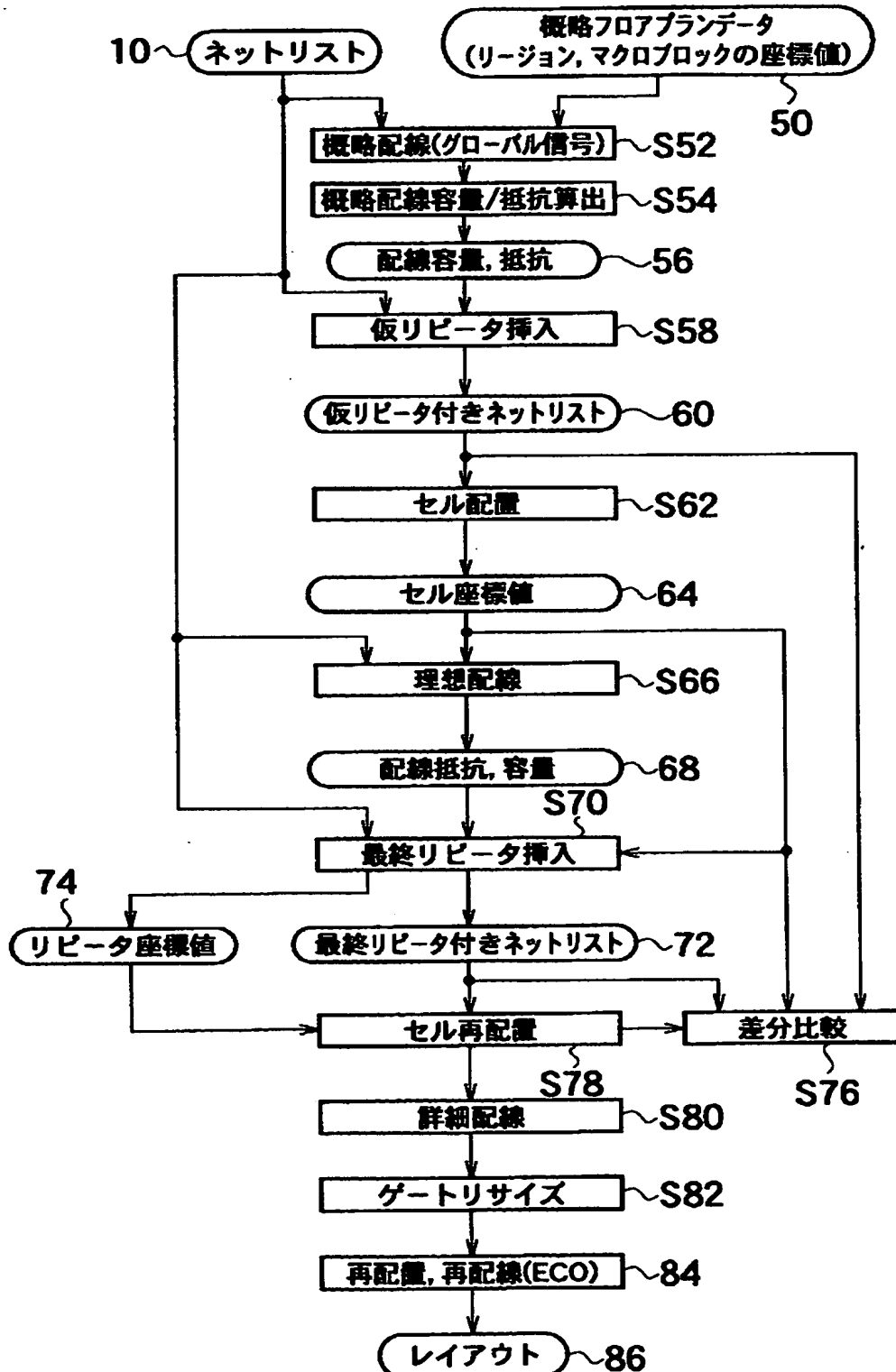
従来のリピータ挿入方法の処理の流れを示す図である。

【符号の説明】

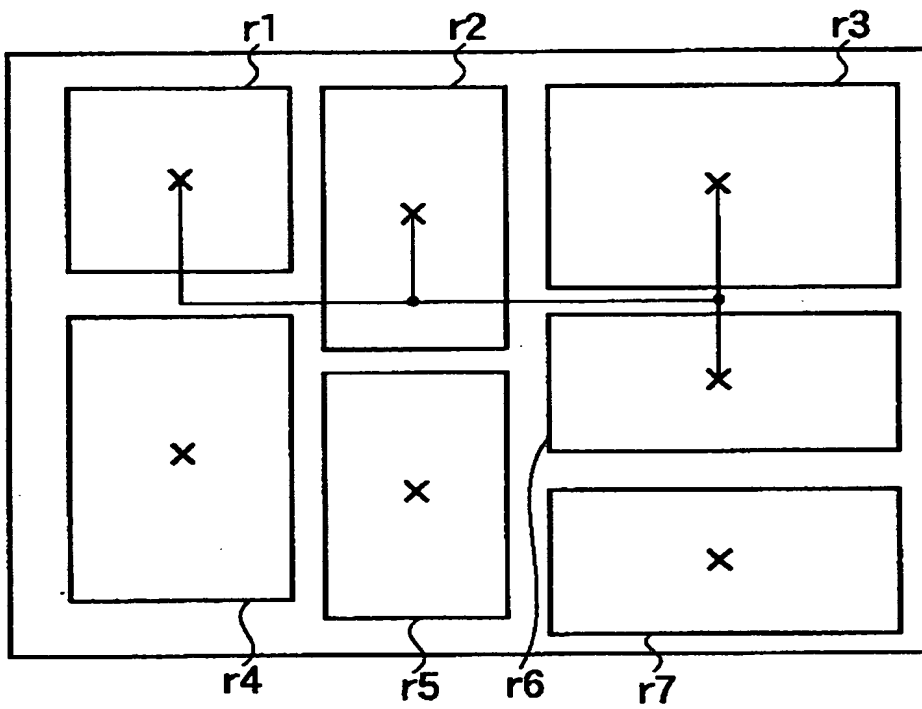
- 1 0 ネットリスト
- 5 0 概略フロアプランデータ
- 5 6、6 8 配線容量・抵抗
- 6 0 仮リピータ付きネットリスト
- 6 4 セル座標値
- 7 2 最終リピータ付きネットリスト
- 7 4 リピータ座標値

【書類名】 図面

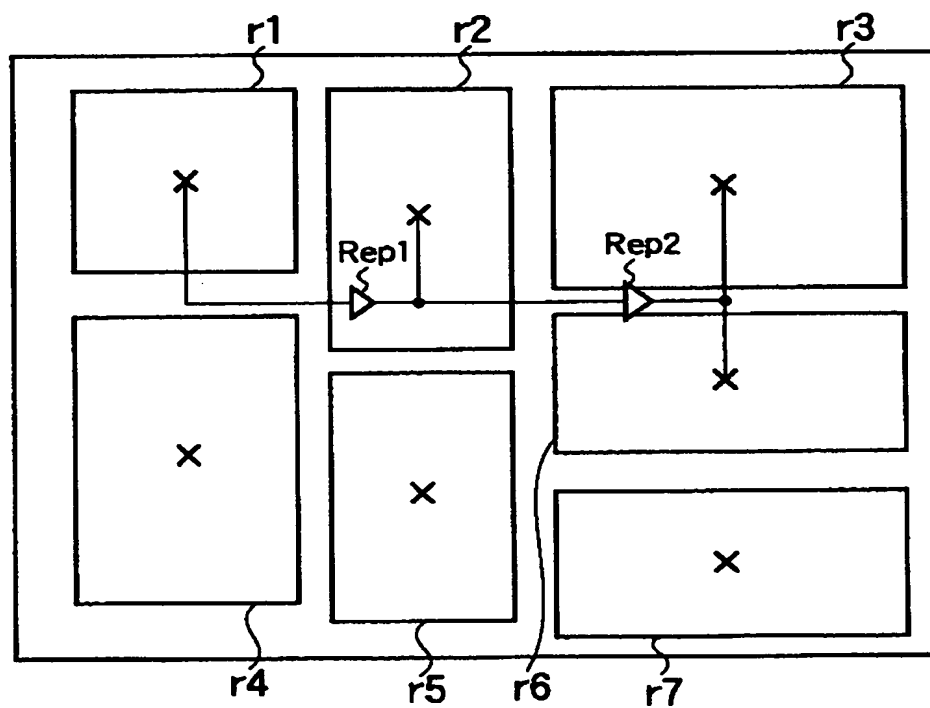
【図 1】



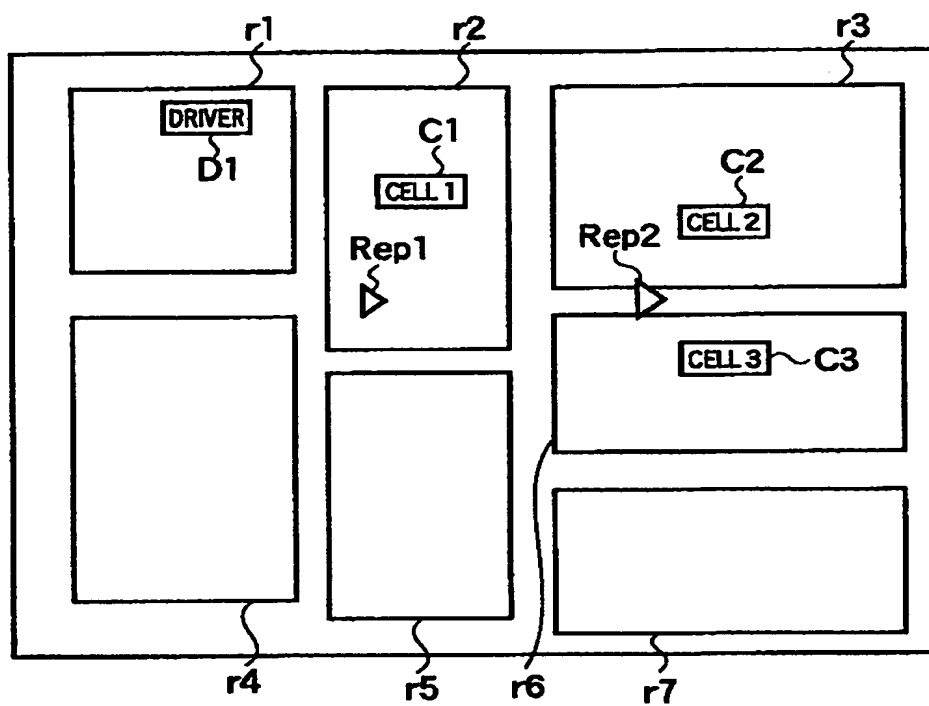
【図 2】



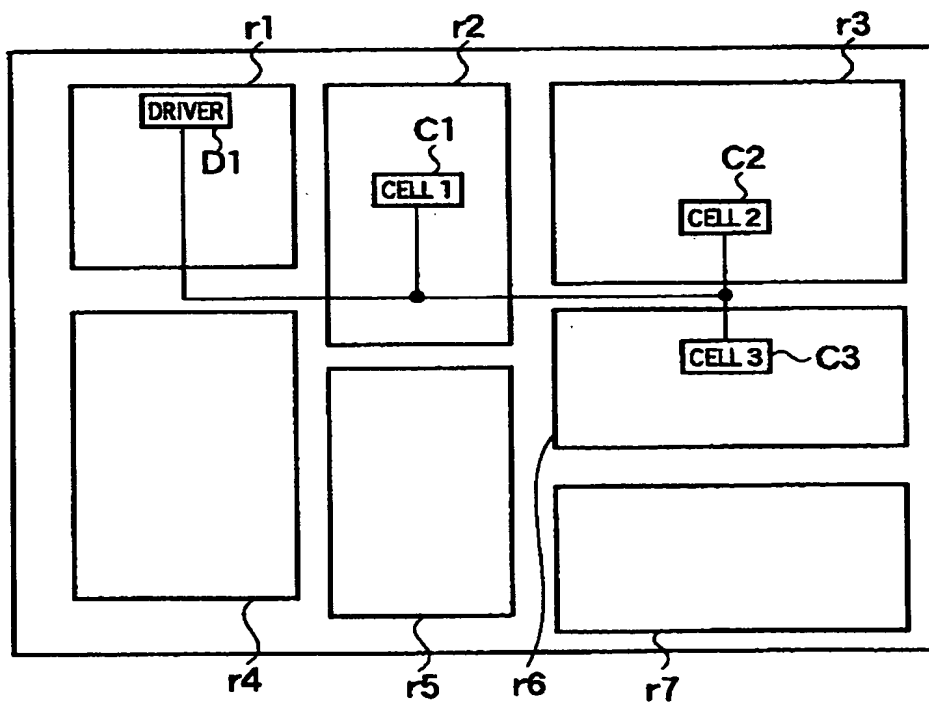
【図 3】



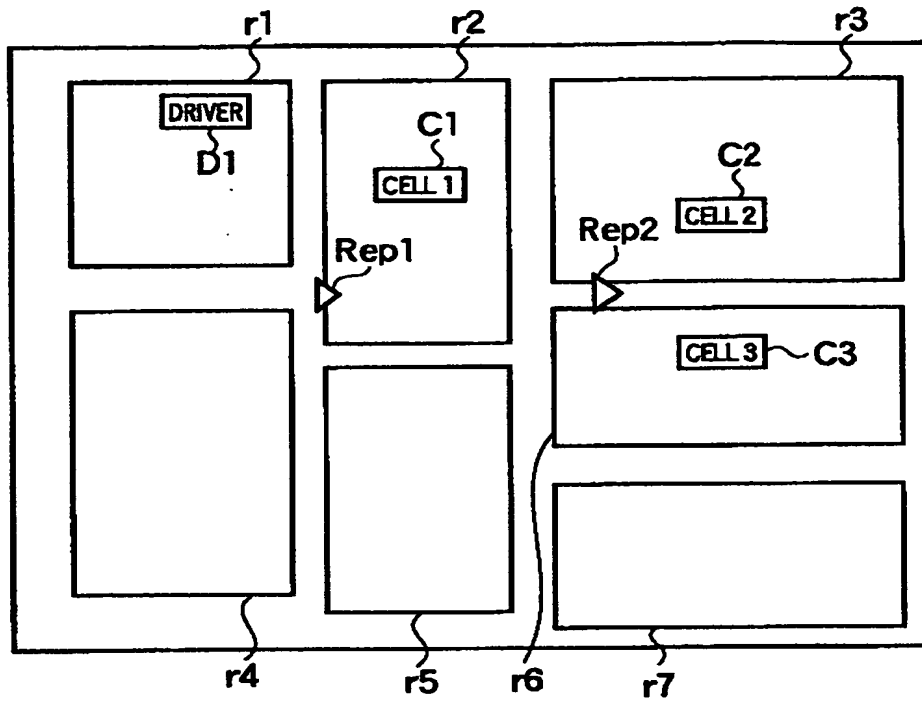
【図 4】



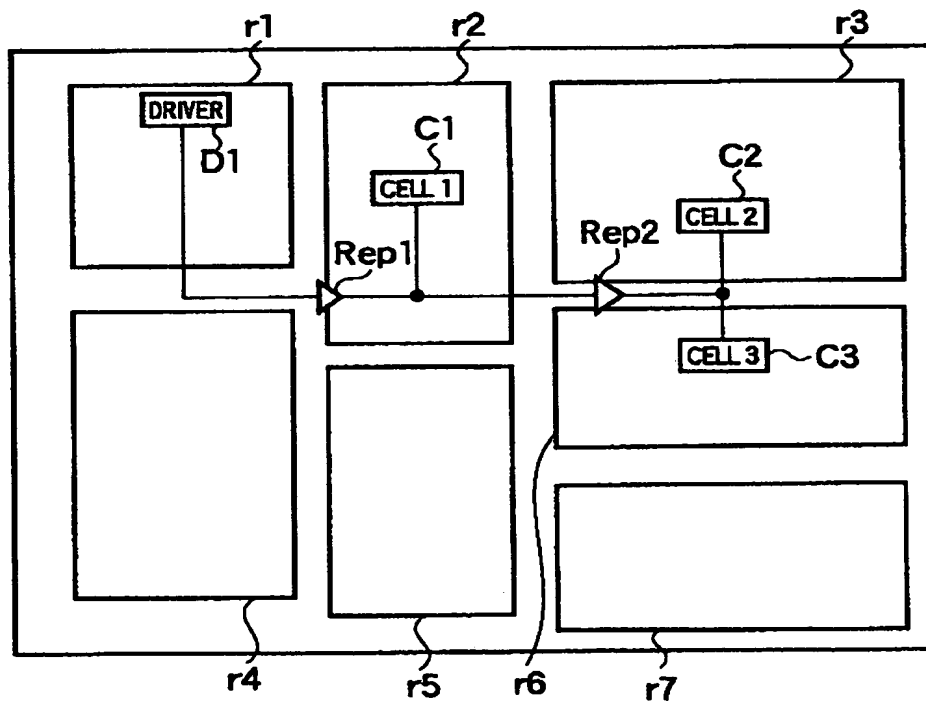
【図 5】



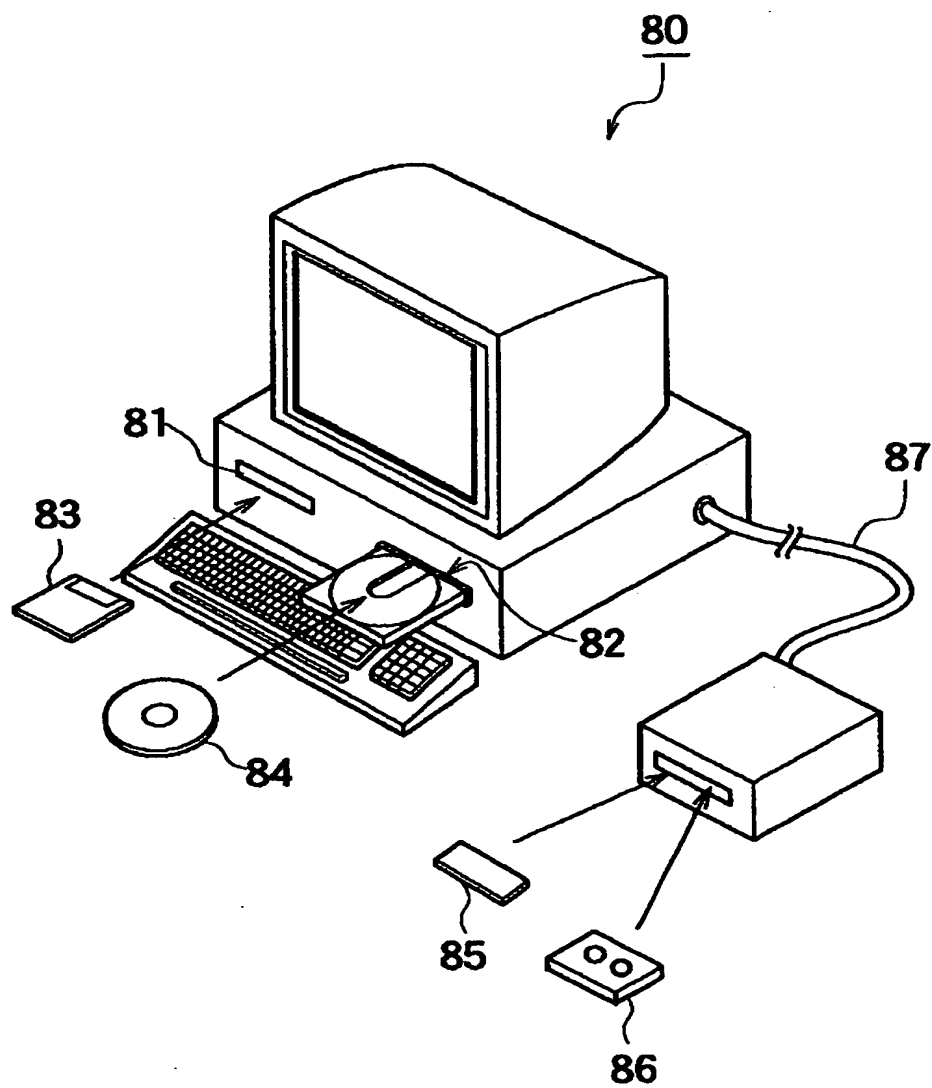
【図6】



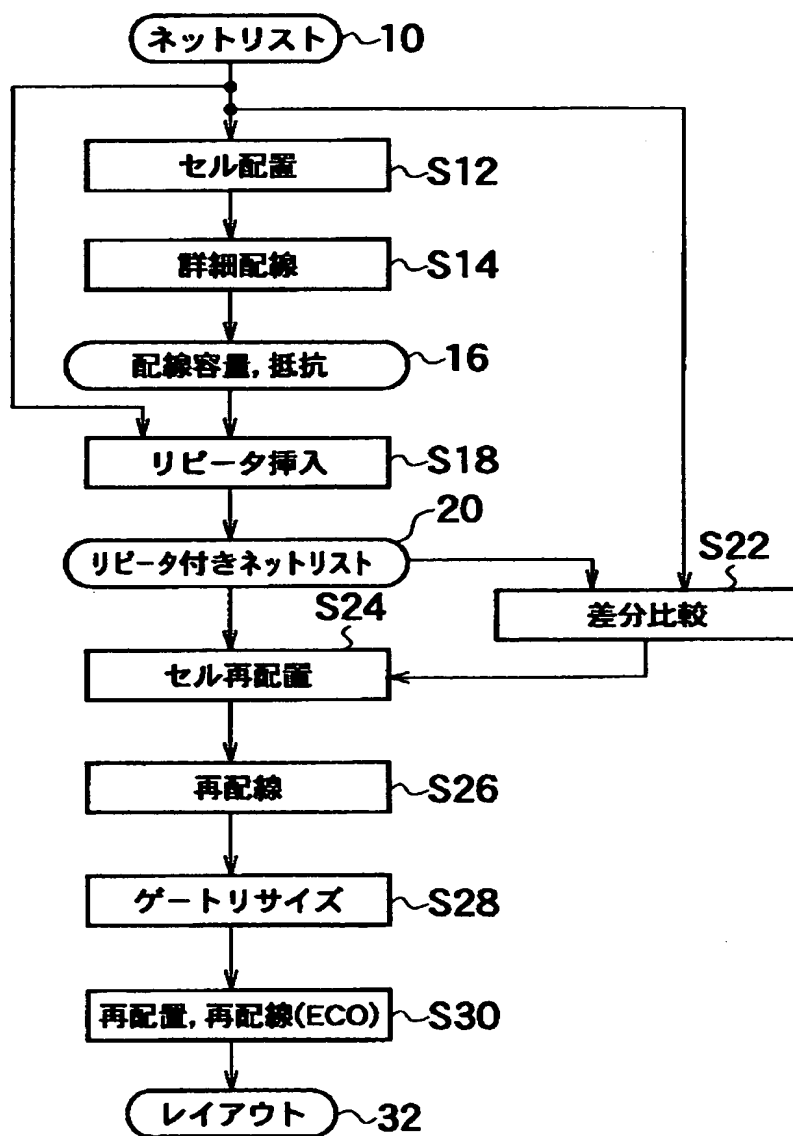
【図7】



【図 8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 最終レイアウト時におけるネットリストの増加を少なくし、またクリティカルパスになる可能性の高い長距離配線について迂回配線を少なくする。

【解決手段】 リージョンやマクロブロックの座標値を規定した概略フロアプラン 50 とネットリスト 10 を使用してブロック間信号の概略配線を行い (S 5 2)、概略配線の結果得られる配線容量, 抵抗 5 6 に基づいてネットリスト 10 に仮リピータを挿入し (S 5 8)、仮リピータ挿入の結果に基づいてセルの配置を行う (S 6 2)。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日	1990年 8月22日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
氏 名	株式会社東芝